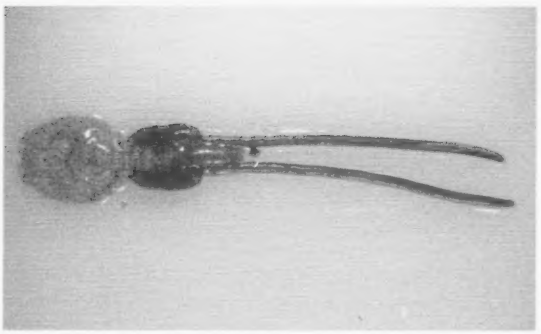
Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région de la capitale nationale | Avis scientifique 2014/006

SURVEILLANCE DU POU DU POISSON ET MESURES NON CHIMIQUES



Pou du poisson femelle gravide
Photo : Shawn Robinson (MPO)

Figure 1. Carte des six régions administratives de Pêches et Océans Canada (MPO).

Contexte

La gestion du pou du poisson constitue un grand défi pour l'industrie salmonicole à l'échelle nationale et internationale. Deux objectifs de gestion sont particulièrement importants à l'heure actuelle :

(1) faire en sorte que la transmission du pou du poisson entre les exploitations aquacoles et les populations sauvages ne nuise pas à ces dernières;

(2) préserver la santé du poisson des exploitations aquacoles.

La Direction générale de la gestion de l'aquaculture de Pêches et Océans Canada (MPO) a sollicité, en vue d'optimiser la gestion du pou du poisson, un avis scientifique évalué par les pairs sur l'élaboration de stratégies d'atténuation et de gestion intégrée de la lutte antiparasitaire et sur la définition de conditions de permis fondées sur des critères scientifiques.

Bien que l'information soit abondante sur les différents aspects de la biologie du pou du poisson, sa surveillance et les stratégies de contrôle et de gestion, les données concernant les mesures de contrôle non chimiques sont moins nombreuses. Afin de rendre cette information plus accessible à la direction et de fournir un avis scientifique évalué par les pairs, clair et fondé, sur la surveillance et la gestion du pou du poisson, il est nécessaire d'examiner et de rassembler ce large éventail de travaux scientifiques.

Au Canada, des différences biophysiques marquées distinguent les régions de salmoniculture des côtes atlantique et pacifique. Elles doivent être prises en considération dans l'avis sur les mesures de gestion. Ces facteurs inclus notamment les espèces de pou du poisson, la présence d'autres hôtes et les conditions océanographiques.

Le présent avis scientifique découle de l'examen national par des pairs sur le Suivi sur le pou du poisson et mesures sur les moyens non chimiques, qui s'est tenue à Ottawa du 25 au 27 septembre 2012. D'autres publications issues de cette réunion seront publiées dans le Calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO) dès qu'elles seront disponibles.

SOMMAIRE

- Comme le pou du poisson et les poissons ont évolué conjointement, les infestations des salmonidés et des autres poissons en liberté sont un phénomène naturel. La transmission du pou du poisson entre les populations de poissons sauvages et des exploitations salmonicoles, et au sein de ces populations, est attestée, néanmoins la dynamique de cette transmission dépend d'une multitude de facteurs environnementaux et biologiques et elle est tributaire du lieu et du temps.
- La dynamique du pou du poisson (c.-à-d., son développement et sa survie) est influencée par la salinité et la température de l'eau (qui influent sur la survie, la croissance, le taux de développement et le succès de la reproduction du pou du poisson), des mouvements de l'eau (marées et courants), du comportement des stades larvaires infectieux et des stades motiles pré-adultes et adultes, ainsi que de l'abondance et de la proximité de poissons-hôtes sensibles.
- Il existe des modèles de circulation de l'eau hydrodynamiques, susceptibles d'être utilisés dans l'examen de la dispersion du pou du poisson, pour toutes les zones de salmoniculture du Canada. Des modèles biophysiques préliminaires de la dynamique du pou du poisson ont été mis au point pour certaines régions. Ces outils pourraient servir à modéliser la dispersion et la survie du pou du poisson, à définir des zones de gestion plus étendues pour la lutte contre le pou du poisson, à étudier la dynamique des infestations de poux du poisson et à prévoir les endroits et les moments où les pullulations de poux du poisson seraient prévalentes.
- Des seuils de gestion et de réglementation définissent le nombre de poux du poisson par individu, qui, une fois atteint, déclenche l'application de mesures de contrôle destinées à gérer les infestations par le pou du poisson. Ces seuils se sont révélés de précieux instruments de gestion pour réduire le risque de transmission du pou du poisson des salmonidés d'élevage à ceux en liberté dans certaines parties de la Colombie-Britannique.
- Il est recommandé de mettre en place une méthode de définition des seuils plus flexible, plus dynamique et plus axée sur les risques que les méthodes utilisées jusqu'à maintenant. Lors de la définition des seuils de gestion, il faut tenir compte de facteurs biologiques (p. ex., proximité et période des migrations de poisson sauvage) et environnementaux (p. ex., température et salinité) ainsi que de facteurs concernant la gestion des exploitations (p. ex., niveaux d'empoissonnement et solutions de traitement).
- Qu'ils portent sur le poisson d'élevage ou le poisson sauvage, les programmes de surveillance du pou du poisson en cours au Canada apportent des renseignements utiles, mais pourraient être perfectionnés. Non seulement ils devraient être conçus pour traiter un ou plusieurs objectifs spécifiques, mais ils devraient prévoir des méthodes et des protocoles définis ainsi qu'un processus d'évaluation de la capacité du programme de surveillance à atteindre ses objectifs.
- Au moment de concevoir les études et les programmes de surveillance du pou du poisson portant sur les populations de poisson sauvage, il faut envisager de veiller à prélever un échantillon représentatif de toutes les espèces et de tous les stades des poissons-hôtes potentiels, de limiter la perte de poux du poisson pendant la capture et la manipulation et d'identifier précisément les poux du poisson selon l'espèce et le stade de cycle biologique.

- Dans une zone donnée, il y a une corrélation positive entre l'abondance du pou du poisson dans une exploitation et le nombre d'exploitations voisines touchées par le pou du poisson, ce qui laisse à penser que la densité des exploitations influe sur le nombre de poux. Par conséquent, en l'absence de coordination de la gestion du parasite avec les exploitations avoisinantes ou dans une zone de gestion donnée, les mesures de gestion risquent de perdre en efficacité. En effet, il est primordial de déterminer la taille et le lieu adéquats de la zone de gestion (exploitation, baie, zone de pêche, etc.) pour élaborer une stratégie efficace de gestion du pou du poisson, car cette dernière dépend de plusieurs facteurs liés au milieu et à la gestion (c.-à-d.,les objectifs de gestion, le nombre d'exploitations et leur emplacement, le nombre de poissons élevés et leur âge, la distance entre les exploitations, l'hydrodynamique locale, la température et la salinité de l'eau, les pratiques de gestion des exploitations et leur logistique).
- La mise en jachère peut efficacement réduire la prévalence des poux du poisson si elle est réalisée dans une zone de gestion à l'échelle adéquate et non à l'échelle de chaque exploitation (c.-à-d., une mise en jachère coordonnée d'exploitations aquacoles) et si le nombre de poissons-hôtes sauvages, susceptibles de remplir la fonction de réservoirs de poux du poisson, est faible dans la zone. L'efficacité de la mise en jachère comme instrument de contrôle du pou du poisson dépend de plusieurs facteurs : l'abondance des espèces hôtes sauvages dans la zone, la proximité des exploitations et des facteurs écologiques qui agissent sur le développement du parasite et la dispersion des individus des stades infectieux. Pour déterminer la taille de la zone de jachère, il faut prendre en compte les données historiques sur les modes d'infestation, les conditions hydrodynamiques de la zone et, le cas échéant, les données de modèle de dispersion.
- Malgré les résultats prometteurs des méthodes non chimiques de lutte contre le pou du poisson dans des conditions expérimentales, notamment de l'utilisation de poissons nettoyeurs, de pièges pour contrôler le pou du poisson, de la filtration accrue des bivalves par des méthodes d'aquaculture multitrophique intégrée (AMTI), de souches de saumon de l'Atlantique résistantes au pou du poisson et du recours à des aliments immunostimulants, elles n'ont pas été appliquées dans les exploitations commerciales au Canada, de façon générale. Aucune de ces méthodes ne peut résoudre à elle seule les infestations graves, mais ensemble, elles peuvent faire partie d'une stratégie de gestion intégrée du pou du poisson. Certaines sont susceptibles de finalement composer une stratégie de gestion intégrée pour le pou du poisson, mais il faudrait approfondir les recherches pour en améliorer l'efficacité et pouvoir les appliquer de façon économique à grande échelle.
- Il est recommandé d'adopter une méthode intégrée de gestion du pou du poisson dans les parcs à filet, qui soit à plusieurs volets et propre à chaque zone traitée. En effet, une démarche adaptative permet de personnaliser les stratégies de gestion pour traiter les problèmes particuliers de chaque zone. Ces méthodes ne reposent pas sur un seul outil de contrôle du pou du poisson, mais comprennent plutôt plusieurs stratégies de gestion de façon à augmenter la probabilité de réussite. Une démarche similaire, adaptative et à plusieurs niveaux, a été employée avec succès pour contrôler les agents pathogènes des maladies bactériennes et virales.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

La salmoniculture est pratiquée dans des parcs à filet dans les baies côtières et les bras de mer de la Colombie-Britannique, du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve-et-Labrador. Elle produit une part importante de la production canadienne totale de poisson et contribue à l'économie nationale. À l'heure actuelle, la production la plus élevée provient de la côte pacifique. Elle est stable en Colombie-Britannique et au Nouveau-Brunswick mais elle est en hausse à Terre-Neuve-et-Labrador et en Nouvelle-Écosse.

Les saumons ne portent pas de pou du poisson au moment où ils sont placés dans les cages marines, mais peuvent être infestés par des parasites transmis par des poissons marins sauvages ou d'autres poissons d'élevage de la zone. De ce fait, de nombreuses zones de salmoniculture connaissent des infestations de poux du poisson à un certain degré. Certains craignent que les exploitations salmonicoles amplifient, dans leur zone, le nombre de poux du poisson susceptibles d'être transmis au poisson sauvage et de nuire ainsi aux populations de saumon sauvage. De plus, le poisson présentant une infestation importante du poisson réduit la valeur de la production aquacole. À l'échelle mondiale, les pertes de revenu annuelles attribuables aux épidémies de pou du poisson se chiffrent à jusqu'à plusieurs dizaines de millions de dollars canadiens. Ces éléments préoccupants montrent la nécessité de stratégies efficaces de lutte contre le pou du poisson.

Le pou du poisson est un copépode parasitaire. Sommairement, le cycle biologique du pou du poisson se divise en stade libre (y compris les phases nauplienne planctonique et copépodite) et en stade parasitaire (chalimus, pré-adultes et adultes fixés sur le poisson-hôte). La salinité et la température de l'eau régulent le développement et la survie des deux phases du cycle biologique. Les stades libres ont plusieurs adaptations qui leur permettent de reconnaître les gradients environnementaux physiques et chimiques déclenchant des réponses comportementales qui optimisent la recherche d'hôte et la fixation.

Au Canada, trois espèces de pou du poisson sont une source de préoccupation majeure : *Lepeophtheirus salmonis* qui se trouve sur les côtes atlantique et pacifique, *Caligus elongatus* présent sur la côte atlantique et *Caligus clemensi* sur la côte pacifique. Des variétés génétiques distinctes de *L. salmonis* sont observées sur les côtes pacifique et atlantique. Les principaux poissons-hôtes de *L. salmonis* sont les salmonidés anadromes, d'élevage et sauvages, et l'épinoche à trois épines, lequel représente un cas particulier dans le pacifique. Les deux espèces de *Caligus* parasitent plusieurs espèces marines dont des salmonidés, notamment des saumons d'élevage et sauvages. Les espèces de *Caligus* parasitent un plus grand éventail d'espèces de poissons que *L. salmonis*.

Le plus couramment, le saumon est infesté par des poux au stade copépodite, bien qu'une transmission du parasite aux stades pré-adulte et adulte puisse se produire entre poissons. Généralement, le saumon de l'Atlantique est plus sujet aux infestations par le pou du poisson que les espèces de saumon du Pacifique. Il y a un large éventail de sensibilités à l'infestation par *L. salmonis* parmi les espèces de saumon du Pacifique. Les infestations tendent à être de moindre durée et de moindre intensité sur les espèces les moins vulnérables. L'abondance du pou du poisson sur le saumon dépend non seulement de l'espèce de saumon, mais aussi de plusieurs autres facteurs, comme : l'âge du saumon ou le temps passé en mer, le lieu et la saison, de nombreux autres facteurs écologiques ayant un influence sur le pou du poisson et son hôte, la proximité de sources de poux du poisson et l'application de traitement contre ces derniers.

Une infestation massive du saumon par le pou du poisson peut causer de graves problèmes de santé chez le poisson. Ceci est particulièrement vrai pour le saumon de l'Atlantique d'élevage dans les provinces atlantiques. Le pou du poisson se nourrissant de peau et de mucus, la

présence d'un très grand nombre d'individus peut provoquer des plaies ouvertes. Les préjudices causés par l'alimentation du pou du poisson sont susceptibles d'augmenter l'infection par des agents pathogènes, de causer un stress osmotique (ou autres) et d'entraîner la mort de l'hôte. Les impacts pathologiques des infestations par le pou du poisson se produisent principalement dans les exploitations salmonicoles soumises à des taux d'infestation très élevés. Peu d'études sur les maladies liées à l'infestation par le pou du poisson ont été réalisées, que ce soit sur la côte atlantique ou pacifique.

Le taux d'infestation par le pou du poisson est surveillé régulièrement sur les saumons d'élevage des côtes atlantique et pacifique. De plus, des relevés de surveillance des infestations par le pou du poisson sur les poissons-hôtes sauvages ont été effectués sur les deux côtes, mais en nombre nettement plus élevé sur la côte pacifique.

Le pou du poisson représente une menace à la santé et au bien-être du saumon d'élevage et les exploitations sont considérées comme un réservoir potentiel de transmission du pou au poisson sauvage. Or, cette transmission peut nuire au saumon juvénile lors de sa dévalaison. Pour toutes ces raisons, il est capital de contrôler le pou du poisson dans les exploitations salmonicoles.

ANALYSE

Épidémiologie et écologie des populations de pou du poisson dans les eaux canadiennes

1. Rôle de réservoir des hôtes du pou du poisson (salmonidés et non-salmonidés sauvages) et autres facteurs agissant sur la dynamique du pou du poisson dans les élevages et à proximité.

Hôtes

Dans le milieu marin, le saumon est un hôte potentiel du pou du poisson. Les saumons sauvages revenant se reproduire dans les rivières locales étant d'importantes sources de *L. salmonis*, ils sont susceptibles de contaminer le saumon d'élevage. Le risque de transmission est plus élevé pendant la migration de reproduction, dont les dates varient selon les lieux (Pacifique ou Atlantique), les espèces de saumon et parfois le stock de saumon. Un petit nombre de stocks de saumon du Pacifique réside près des côtes tout au long de l'année et, selon leur nombre, ces poissons peuvent représenter un réservoir de *L. salmonis*. La prévalence (proportion d'individus porteurs du pou du poisson) et l'intensité (nombre de poux du poisson par poisson) de l'infestation varient selon l'espèce de saumon (et selon les stocks au sein d'une même espèce), le lieu et l'année. L'importance de l'exposition du saumon d'élevage au pou du poisson est inconnue étant donné le manque d'information sur le les périodes de migration, les voies migratoires, l'abondance totale des hôtes sauvages et les charges parasitaires chez ces poissons.

Il est possible que les saumons d'élevage fugitifs soient une source de dispersion, d'infestation et de réinfestation par le pou du poisson chez les saumons d'élevage et sauvages. L'importance du risque dépend aussi du nombre et de la répartition des saumons fugitifs. Les études indiquent que les échappées de saumon se répartissent à grande échelle et que les déplacements des fugitifs n'ont pas d'orientation précise. Les déplacements de saumons de l'Atlantique remis en liberté involontairement ou dans le cadre d'expérience dans l'est du Canada et le nord de l'Atlantique ont été observés dans une baie, le long de la côte et sur des chenaux en haute mer.

Toutes les espèces de saumon juvénile peuvent porter les espèces de pou *L. salmonis* et *Caligus*. L'effectif des populations des saumons juvéniles en dévalaison est considérablement plus élevé que celui des adultes de la montaison, mais les taux d'infestation sur les juvéniles sont généralement nettement inférieurs, car l'infestation commence après l'entrée dans le milieu marin. La prévalence et l'intensité de l'infestation des juvéniles varient selon l'espèce et le stock de saumon, le lieu, le temps passé en mer, l'année et la distance par rapport aux sources de pou du poisson. Généralement, il existe des renseignements sur la période de l'entrée en mer des juvéniles sauvages, mais les données précises sur leurs comportements et leurs voies migratoires sont limitées, voire inexistantes, pour la plupart des espèces et des stocks. Il est probable que la transmission du pou du poisson des exploitations aux salmonidés juvéniles sauvages soit plus élevée pendant la dévalaison. Les saumons adultes sauvages constituent probablement une source importante d'infestation par le pou du poisson, mais les saumons juvéniles ne contribuent probablement pas significativement à cette dernière, car ils ont rarement une prévalence ou une abondance élevée de poux du poisson.

Les espèces autres que les salmonidés sont également des hôtes du pou du poisson et peuvent ainsi jouer la fonction de réservoirs de transmission du parasite au saumon sauvage et d'élevage. Bien qu'il soit essentiellement un parasite des salmonidés, *L. salmonis* a été observé sur des épinoches à trois épines en Colombie-Britannique. L'importance écologique de cette découverte est incertaine, car aucune observation n'a montré que *L. salmonis* terminait son cycle de vie sur les épinoches à trois épines. Dans l'Atlantique canadien, *L. salmonis* n'a pas été observé sur des hôtes non-salmonidés.

De nombreuses espèces de poissons marins portent Caligus spp. et constituent des réservoirs susceptibles d'infester les salmonidés. La prévalence et l'intensité de l'infestation varient selon l'espèce, le lieu et l'année. Pour certaines espèces importantes pour la pêche commerciale (comme le hareng du Pacifique), des données sont disponibles sur l'effectif des populations, les voies de migration, l'écologie et la biologie des adultes. L'information est toutefois moins complète pour les stades juvéniles. En ce qui concerne les espèces ne revêtant pas d'importance marchande (p. ex., l'épinoche à trois épines), les connaissances sont maigres sur l'effectif des populations, les voies de migration, l'écologie et la biologie. Aucune information n'est disponible à propos des effets du pou du poisson sur la santé des espèces non salmonidées ni à propos de l'importance de leur rôle de transmission de ce parasite au saumon d'élevage et sauvage.

Autres facteurs

La température de l'eau, la salinité et les mouvements de l'eau (des marées aux courants) sont les principaux facteurs physiques et écologiques agissant sur la dynamique du pou du poisson. La température et la salinité influent sur son développement, sa croissance, sa survie et son taux de reproduction. Les courants et les processus de brassage de la colonne d'eau ont une incidence sur le transport et la dispersion des stades libres du pou de mer (stades naupliens et copépodites).

La salinité près des exploitations salmonicoles est sujette aux effets des apports d'eau douce, des échanges d'eau entre les bras de mer et les plateformes littorales, des processus de brassage de la colonne d'eau (particulièrement du vent et des marées) et de la bathymétrie des bras de mer. La température de l'eau dépend de ces facteurs et des échanges calorifiques atmosphériques et océaniques (réchauffement solaire par exemple). Les courants océaniques sont influencés par les gradients horizontaux de densité produits par les champs tridimensionnels de la température et de la salinité, ainsi que par les marées, les vents, les vaques de surface, la pression atmosphérique à grande échelle et les processus de mélange turbulent.

Toutes les caractéristiques citées ci-dessus varient sur les plans temporel et spatial, de plusieurs minutes à plusieurs saisons et de quelques mètres à des centaines ou des milliers de kilomètres. Le degré et le mode de variation diffèrent selon les zones de croissance du saumon, si bien que chaque région de salmoniculture présente une combinaison unique de caractéristiques physiques.

Les températures de l'eau minimales annuelles tendent à être plus élevées (> 4-6 °C) sur la côte pacifique que sur la côte atlantique (< 2 °C), alors que les températures maximales sont plus élevées dans certaines parties de la côte atlantique (p. ex., l'est de la Nouvelle-Écosse) que sur la côte pacifique. Ces caractéristiques sont toutefois générales et varient selon les conditions locales. Les températures hivernales de l'eau de la côte Ouest n'entravent pas de façon importante le développement de *L. salmonis*. En revanche, sur la côte Est, elles peuvent considérablement le ralentir ou l'arrêter.

L'eau de mer à salinité normale est idéale pour le développement de *L. salmonis*. Cependant, comme la tolérance du parasite à la salinité varie selon son stade biologique, il est difficile de généraliser l'incidence de la salinité sur son développement et sa mortalité. Les *L. salmonis* adultes survivent à des salinités inférieures aux concentrations maximales de l'eau de mer, mais des effets nocifs (qui vont parfois jusqu'à la mort) ont été démontrés après une longue exposition à une faible salinité.

Les données actuelles sont insuffisantes à la compréhension des effets de la température et de la salinité sur *Caligus* spp.

La stratification verticale de la colonne d'eau associée à des écoulements en bicouche peut influer sur la dispersion du pou du poisson. La stratification est généralement plus grande dans les zones présentant un fort débit sortant d'eau douce, par exemple sur une grande partie de la côte pacifique et dans certaines parties de la côte de Terre-Neuve-et-Labrador. Les conditions locales sont néanmoins très variables.

Les courants de la baie de Fundy sur la côte atlantique sont prévisibles et périodiques en raison de la forte dynamique des marées dans cette zone, alors qu'ailleurs, les courants sont moins prévisibles en raison de courants de marée relativement faibles et de la relative prédominance des courants de dérive et des courants d'eau douce. Les vents forts et les tempêtes d'hiver et d'automne, qui influent grandement sur les conditions océanographiques, caractérisent la plupart des côtes canadiennes.

La dynamique du pou du poisson dans les exploitations et à proximité dépend aussi de la biologie et du comportement des stades libres. Les stades larvaires du pou du poisson sont phototactiques et répondent aux stimulus chimiques et mécaniques, ce qui leur permet de se placer dans la colonne d'eau de façon à optimiser la rencontre avec l'hôte. Ce comportement influe aussi sur la vitesse et la direction du transport et par conséquent sur la portée et la direction de la dispersion. Aux stades libres larvaires, le pou du poisson ne s'alimente pas et survit grâce à ses réserves lipidiques. La durée de ces réserves dépend de la quantité de lipides déposée initialement dans les œufs et de la température.

D'après l'information scientifique disponible, les stades libres du pou du poisson se dispersent à des distances pouvant atteindre des dizaines de kilomètres. La dispersion dépend fortement des courants et des facteurs écologiques et biologiques décrits ci-dessus.

2. ***Fondement scientifique de l'établissement de seuils de gestion et de réglementation pour traiter le saumon d'élevage et réduire les risques de dommages aux saumons sauvages juvéniles causés par l'exposition au pou du poisson d'élevage.***

Les seuils (nombre déterminé de pou du poisson par individu à partir duquel une mesure de gestion est entreprise dans une exploitation) d'application de mesures de contrôle sont un

instrument de gestion courant, qui restera probablement utile pour lutter contre le pou du poisson.

Les seuils des mesures de gestion du pou du poisson sont établis pour protéger le saumon sauvage à partir de données scientifiques qui ont évolué au fil du temps. D'après l'état actuel des connaissances, il conviendrait d'adopter une approche plus axée sur le risque dans la définition des seuils.

Il faudrait notamment tenir compte des facteurs suivants pour l'établissement des seuils :

- taille de la zone de gestion;
- nombre d'exploitations dans la zone de gestion;
- nombre total de saumons élevés dans l'exploitation ou dans la zone de gestion;
- proportion de saumons élevés dans l'exploitation ou la zone de gestion infestée par le pou du poisson (prévalence) :
- nombre de poux du poisson dans l'exploitation ou la zone de gestion, divisé par le nombre de saumons élevés (abondance);
- contribution relative des populations sauvages et d'élevage à l'abondance totale (charge) de poux du poisson dans la zone de gestion, ce qui indique le risque relatif de chaque source et influe sur la stratégie de gestion;
- calendrier et durée de la période de risque, qui varient selon l'espèce, la zone, la saison, les conditions environnementales et l'année;
- présence d'une taille ou d'une phase du cycle biologique de l'espèce préoccupante particulièrement sensible;
- relation entre le niveau de risque présenté et l'effectif de la population préoccupante;
- disponibilité de solutions de traitement.
- À l'avenir, il serait préférable de faire une transition vers une démarche plus dynamique tenant compte des facteurs indiqués ci-dessus plutôt que les orientations de gestion limitées qu'offrent les seuils statiques. Cependant, avant d'être en mesure de fixer ces seuils dynamiques, il est nécessaire de combler plusieurs lacunes scientifiques tel que :
    - préciser les connaissances sur les voies migratoires des hôtes sauvages;
    - déterminer la probabilité d'une seconde fixation des copépodes libérés dans la colonne d'eau sur un hôte dans divers contextes;
    - améliorer les modèles de dynamique du pou du poisson dans les élevages (particulièrement le succès de la reproduction dans les contextes de faible prévalence et d'auto-infestation dans les exploitations, etc.).

Selon l'objectif de gestion visé par le seuil, la santé des populations de poisson sauvage serait aussi un élément pertinent pour la définition des seuils. Pour ce, il est nécessaire d'envisager :

- d'approfondir les connaissances à propos de l'impact du pou du poisson sur les populations de poisson sauvage;
- de comprendre la pertinence et l'importance des effets indirects de l'infestation par le pou du poisson sur les hôtes sauvages, par exemple la prédation accrue due aux changements de comportement.

Surveillance du pou du poisson sur le saumon d'élevage et sauvage de l'est et de l'ouest du Canada et avis sur les méthodologies fiables

3. ***Protocoles de plans d'échantillonnage pour la surveillance du pou du poisson dans les élevages, y compris le nombre de poissons à échantillonner, l'identification du pou du poisson, le nombre d'échantillons, la manipulation des poissons, etc.***

   et

4. ***Élaboration de programmes de surveillance du pou du poisson dans les élevages, y compris la fréquence d'échantillonnage, le calendrier, les facteurs environnementaux à considérer, la dynamique du pou du poisson, etc.***

À l'échelle nationale, deux objectifs sont visés par la surveillance du pou du poisson dans les exploitations, selon leur lieu. Sur la côte pacifique, l'objectif cherche à maintenir la charge en poux sous le seuil de 3 motiles (pré-adultes et adultes) *L. salmonis* par poisson pendant la période générale de migration vers la mer des saumoneaux sauvages de saumon rose et de saumon kéta (de mars à la fin du mois de juin). Ce seuil avait été établi lors de recherches visant à évaluer les effets du pou du poisson sur les saumons juvéniles sauvages. Sur la côte atlantique, la surveillance du pou du poisson dans les exploitations vise à détecter les infestations par le pou du poisson et à les traiter le plus tôt possible. L'évaluation renseigne les vétérinaires sur l'éventuelle nécessité de traitement immédiat d'une cage, d'une exploitation ou d'une zone de gestion.

Dans les provinces atlantiques, l'échantillonnage consiste généralement à évaluer un petit nombre de poissons (cinq en temps normal) d'une cage sur 4 ou sur 6 de l'exploitation. Le choix des cages est soit aléatoire, soit fondé sur l'emplacement des cages dans l'exploitation, par exemple sur une préférence pour celles faisant face au flux de la marée montante. Des échantillons sont prélevés dans les cages choisies à chaque échantillonnage. Les poissons sur lesquels les prélèvements sont réalisés sont attirés au moyen d'aliments, puis pêchés au filet. Ainsi, les poissons capturés par cette technique sont représentatifs de la population de la cage se nourrissant activement. Généralement, il est scientifiquement admis que la méthode d'échantillonnage suffit à décrire l'abondance du pou du poisson au niveau d'une cage ou d'une exploitation.

En Colombie-Britannique, trois cages au moins par exploitation sont évaluées, une à deux fois par mois (deux fois par mois au printemps), et des échantillons sont prélevés sur 20 poissons par cage. Des échantillons sont pris d'une cage de « référence »[1] (la première cage empoissonnée) et d'au moins deux cages choisies au hasard) à chaque échantillonnage. Un sous-échantillon de la population de la cage est capturé au moyen d'une senne, puis 20 poissons sont choisis parmi le premier groupe.

Un échantillonnage de partitionnement des données qui consiste à échantillonner de plus petits nombres de poissons provenant d'un plus grand nombre de cages permettrait une estimation plus précise de l'abondance moyenne du pou du poisson dans une exploitation. Cette méthode serait particulièrement judicieuse quand la gestion du pou du poisson est effectuée par cage (c.-à-d. bains de traitement). Il a été constaté que la méthode d'échantillonnage employée en Colombie-Britannique (plus petit nombre de cages et plus grand nombre de poissons) obtenait des estimations de l'abondance du pou du poisson à l'échelle de l'exploitation similaires à celles obtenues par un échantillonnage de partitionnement des données. Il est possible que ces résultats soient attribuables à la faible abondance du pou du poisson sur le saumon de l'Atlantique élevé en Colombie-Britannique.

[1] L'expression cage « de référence » est définie par la législation en vigueur.

Quelle que soit la méthode d'échantillonnage ou la côte, les évaluations de l'infestation par le pou du poisson sont réalisées de la même manière. Le poisson capturé est anesthésié et examiné pour y détecter la présence de poux du poisson fixés. Après l'évaluation des poux du poisson fixés, les poux détachés du poisson qui sont restés dans le bac d'anesthésie sont également comptés et utilisés dans le calcul des charges moyennes en poux du poisson. La détermination des différents stades biologiques du pou du poisson, effectuée lors de la surveillance des élevages, donne des renseignements supplémentaires aidant à prendre des décisions en matière de mesures de gestion. Les phases motiles du pou du poisson sont évaluées selon l'espèce et l'âge (stades adultes) alors que les phases de fixation sont dénombrées, mais ne sont pas déterminées par rapport à l'espèce ou au stade biologique. Il arrive que le processus « normal » soit modifié en fonction d'objectifs de surveillance particuliers, par exemple, s'il faut évaluer simultanément du poisson d'élevage et sauvage dans le cadre d'un projet scientifique.

Pour saisir l'évolution de l'abondance moyenne du pou du poisson à l'échelle d'une exploitation, il est important de prélever des échantillons de façon régulière. La fréquence d'échantillonnage devrait se fonder sur :

- les objectifs du programme d'échantillonnage, y compris le degré de distinction requis;
- les facteurs environnementaux (p. ex., température de l'eau, salinité, oxygène, plancton et proliférations d'algues nuisibles, etc.);
- la biologie, notamment les espèces de pou du poisson;
- des dénombrements actualisés des poux du poisson.

Les évaluations précédant et suivant les traitements contre le pou du poisson sont (et doivent être) réalisées de façon à mesurer l'efficacité des traitements. Le calendrier des évaluations doit être déterminé en fonction des connaissances sur le mode d'action du traitement et le temps nécessaire pour qu'il fasse effet.

Il est nécessaire de collecter les données environnementales des exploitations pour les utiliser dans le contexte des programmes de surveillance du pou du poisson. À tout le moins, cette information doit indiquer les mesures de la salinité, de la température et de l'oxygène dissous, prises chaque jour et de préférence toutes les heures.

5. ***Protocoles de plans d'échantillonnage pour la surveillance et les évaluations[2] sur le pou du poisson sauvage, y compris le nombre de poissons à échantillonner, l'identification du pou du poisson, le nombre d'échantillons, la manipulation des poissons, les niveaux de référence de pou du poisson, etc.***

   et

6. ***Élaboration de programmes de surveillance et d'évaluations sur le pou du poisson sauvage, y compris la fréquence d'échantillonnage, les voies migratoires, le lieu d'échantillonnage, le calendrier, les facteurs environnementaux à considérer, la dynamique du pou du poisson et d'autres considérations (p. ex., différences entre espèces, état des stocks sauvages d'intérêt qui sont en péril, etc.)***

Un programme idéal de surveillance et d'évaluation sur le pou du poisson sauvage utilise des méthodes et des protocoles qui :

---

[2] Une « évaluation » est une étude unique menée dans un objectif donné. Une « surveillance » regroupe plusieurs évaluations et cherche à comprendre une évolution. Les deux types d'études sont nécessaires afin de mieux connaître le pou du poisson.

1) permettent de recueillir des données robustes sur la répartition et l'abondance des hôtes salmonidés et non-salmonidés;
2) garantissent un échantillonnage représentatif de toutes les espèces d'hôtes et les stades du cycle biologique possibles;
3) limitent la perte de poux du poisson lors de la capture et la manipulation du poisson;
4) garantissent l'identification exacte des espèces de pou du poisson et des stades de cycle biologique;
5) garantissent la conservation des échantillons de façon à ce qu'ils soient analysés et archivés adéquatement;
6) échantillonnent le nombre minimal de poissons nécessaire pour obtenir des résultats rigoureux sur le plan scientifique.

Les évaluations et la surveillance du pou du poisson sur les populations de poissons sauvages ont été plus soutenues en Colombie-Britannique que dans l'est du Canada. Les évaluations portaient sur les sujets généraux suivants :

1) risques potentiels posés par le pou du poisson pour le saumon sauvage;
2) portée des mouvements bidirectionnels du pou du poisson entre le saumon sauvage et d'élevage;
3) capacité des stratégies de gestion du pou du poisson dans les élevages à réduire les répercussions sur le poisson sauvage;
4) surveillance des changements temporels d'abondance.

La conception des programmes d'évaluation dépendra étroitement des questions scientifiques et des problèmes de gestion posés.

Les évaluations ont employé divers protocoles et méthodes d'échantillonnage. En général, les atouts et les faiblesses de ces méthodes et protocoles sont connus, mais ils ne sont pas toujours communiqués ni discutés, particulièrement au moment de l'interprétation des données. Le British Columbia Pacific Salmon Forum a élaboré une description élaborée et évaluée par les pairs des pratiques exemplaires en matière de méthodes et de protocoles d'échantillonnage de pou du poisson sur le saumon sauvage.[3]

Les plans d'échantillonnage devraient tenir compte des éléments suivants :

1) différences écologiques et comportementales entre les espèces de pou du poisson;
2) différences écologiques et comportementales entre les espèces hôtes et les hôtes aux différents âges;
3) variabilité naturelle intrinsèque des grands écosystèmes;
4) interactions complexes entre les hôtes, le pou du poisson et les facteurs écologiques;
5) logistique et ressources disponibles.

Les limites de chaque programme doivent être reconnues, clairement communiquées et prises en considération dans les résultats rapportés.

Idéalement, des évaluationss seraient menées simultanément dans les exploitations salmonicoles, à une échelle permettant d'interpréter les données des évaluations sur les

[3] Toutes les copies de ce document est épuisé, mais il est reproduit dans le document de recherche sur la surveillance du poisson sauvage produit pour la réunion du SCCS.

poissons sauvages, si l'objectif est d'établir un rapport entre la prévalence dans les exploitations et dans les populations en liberté.

Il est difficile de désigner des sites de contrôle ou de référence (pour comparer la prévalence des zones sans exploitations salmonicoles à celles à proximité des élevages), en raison des différences de référence entre les conditions océanographiques ainsi que la composition et les comportements des stocks de poissons sauvages. Il est cependant intéressant de calculer des indices relatifs entre les lieux avec et sans élevage et entre les années, car ils peuvent servir à évaluer la variation naturelle entre lieux et les changements dans le temps liés aux interventions de gestion.

Un poisson « sentinelle » (d'une espèce sensible au pou du poisson, qui ne porte pas de pou du poisson et qui est placé dans le milieu naturel) peut informer sur le taux d'augmentation du pou du poisson sur les espèces sauvages et d'autres aspects de la dynamique du pou du poisson en milieu naturel. Les barrières de dénombrement apportent des données sur les infestations du saumon de l'Atlantique pendant sa montaison sur la côte Est. Elles représentent une méthode d'échantillonnage valide pour les futures évaluations.

La modélisation océanographique de plusieurs écosystèmes côtiers au Canada est relativement avancée et peut contribuer à la planification et à l'interprétation des données d'évaluation. La valeur de ces modèles dans la création de profils généraux de la circulation de l'eau servant à la planification et l'interprétation des programmes de surveillance sera augmentée en exécutant les modèles avec des données environnementales sur plusieurs années.

Il faut réaliser les programmes de surveillance du pou du poisson sur le poisson sauvage en tenant compte de l'ensemble des problèmes de santé du poisson, mais aussi des mesures de tous les facteurs environnementaux connus pour agir sur la santé du poisson ou la fréquence des maladies.

Les principaux éléments inconnus lors de la planification des programmes de surveillance et d'évaluations sur le poisson sauvage sont : l'insuffisance d'informations sur les espèces de pou du poisson moins connues, les taux de perte de poux du poisson pendant la capture, l'incidence du stade de développement du saumon et du pou du poisson sur leurs interactions et les effets de l'environnement en général sur la santé du saumon sauvage.

7. ***Protocoles de gestion et de diffusion des données obtenues par les programmes de surveillance.***

La forme que prendrait le dispositif de partage des données dépendrait de ses objectifs, qui seraient par exemple la transparence des rapports publics, l'utilisation des données dans des analyses scientifiques, la détection rapide du pou du poisson ou encore la surveillance des effets des traitements.

Il existe plusieurs systèmes de gestion des données pour les programmes de surveillance des élevages, notamment les rapports réguliers sur le pou du poisson produits par des exploitations de la Colombie-Britannique (l'initiative avait été lancée par le gouvernement de la Colombie-Britannique et est poursuivie par Pêches et Océans Canada) et le nouveau programme de système d'aide à la décision (SAD) dirigé par le Collège vétérinaire de l'Atlantique, lequel compile les rapports sur le pou du poisson produits par des exploitations du Canada atlantique (les données par site ne sont pas publiques). Les données des élevages sont recueillies par l'industrie à laquelle elles appartiennent. Par conséquent, des considérations liées à la protection des renseignements personnels et à la confidentialité sont nécessaires lors de la diffusion de cette information à des tiers.

Quant aux renseignements issus des programmes de surveillance et d'évaluations du poisson sauvage, la gestion des données relève des auteurs des évaluations et leur diffusion passe généralement par des processus normaux de publication et de production de rapports.

Dans le cadre d'un processus officiel de gestion et de diffusion des données, il faudrait établir des normes et des politiques de partage des données ainsi qu'un mécanisme garantissant leur respect. Un mécanisme officiel de gestion et de diffusion des données nécessiterait l'engagement à long terme d'un organisme approprié qui en gérerait le processus.

Moyens non chimiques de contrôle et de prévention

8. ***Avis scientifique sur les facteurs influant sur l'efficacité de la mise en jachère comme moyen de lutte contre le pou du poisson, notamment le temps de mise en jachère nécessaire et l'étendue de la mise en jachère (à l'échelle d'un élevage ou d'une baie), les autres facteurs nécessaires à l'interruption des dynamiques de population de pou du poisson des élevages afin d'en réduire la charge d'une année à l'autre, etc.***

La mise en jachère (retirer le poisson d'élevage du site et, dans certains cas, une partie des équipements des cages, pour une période donnée) a servi d'instrument de gestion des maladies et de l'environnement dans les exploitations. Elle peut servir à la gestion du pou du poisson, bien qu'à l'heure actuelle, cette pratique soit généralement appliquée à la gestion d'autres problèmes liés à la santé du poisson.

Par la mise en jachère des sites d'élevage, les saumons d'élevage hôtes sont retirés de la zone de façon à maîtriser la charge en poux du poisson à proximité des exploitations. Cependant, pour qu'elle soit efficace, tout le poisson vulnérable doit être retiré du site et ce dernier doit être mis en jachère pendant une période plus longue que la durée de développement du pou du poisson du stade d'œuf à celui de copépode ajoutée à la durée de vie du copépode. Ces périodes sont étroitement liées à la température de l'eau. Toute décision de mise en jachère doit aussi tenir compte de la présence éventuelle d'espèces hôtes sauvages dans la zone avoisinante, qui, si elles étaient infestées, amoindriraient l'efficacité de la jachère. Ce problème se poserait davantage avec *Caligus* spp. qui parasite une plus grande variété d'espèces hôtes que *L. salmonis*.

Les exploitations ne devraient pas agir de manière isolée. En effet, la mise en jachère doit être synchronisée par rapport aux différentes exploitations d'une même zone (par exemple dans les zones de gestion des baies) pour augmenter l'efficacité de la mesure. La zone serait alors considérée comme la zone de jachère. La taille réelle de la zone de jachère doit correspondre à une zone présentant des stades identiques d'infestation par le pou du poisson. La configuration de la zone de gestion adéquate doit être déterminée à partir de données hydrodynamiques et de modèles statistiques qui évaluent les effets avoisinants et les modèles de dispersion.

9. ***Effets de la densité des élevages (nombre d'exploitation dans la zone) et des stocks sur les dynamiques des populations de pou du poisson à différentes échelles (c.-à-d. à l'échelle d'une cage, d'une exploitation ou d'une baie ou d'une zone)***

Le pou du poisson peut connaître une croissance exponentielle de sa population dans des conditions environnementales optimales, si la densité d'hôtes est suffisante.

Le risque d'infestation par le pou du poisson augmente proportionnellement à la densité des exploitations (nombre d'exploitations d'une zone). Des études ont montré que dans une zone donnée, il y a une corrélation positive entre l'abondance du pou du poisson dans une exploitation et le nombre d'exploitations voisines touchées par le pou du poisson, ce qui laisse à penser que la densité des exploitations influe sur le nombre de poux (Kristophersen *et al.* 2013, Jansen *et al.* 2012).

Le nombre de poux du poisson dans les exploitations ne serait pas étroitement lié à la densité de poisson par cage (kg/m^3) (voir sur l'exemple chilien, Kirstophersen *et al.* 2013), mais aucune étude à ce sujet n'a été menée au Canada. En Norvège, il existe une corrélation positive entre la densité de biomasse locale et l'abondance du pou du poisson dans les exploitations (Jansen *et al.* 2012). Ainsi, il est possible que le nombre total de poissons de chaque exploitation soit moins important dans la détermination du nombre de poux du poisson que le nombre total de poissons de toutes les exploitations de la zone. Le nombre de poissons d'une exploitation est plus déterminant que la densité des cages dans le calcul de l'abondance du pou du poisson.

Le nombre critique d'exploitations nécessaire dans une zone pour que la charge en poux du poisson soit inférieure à un seuil donné dépendra des éléments suivants :

- objectifs de gestion et abondance ou prévalence du pou du poisson nécessaires pour atteindre ces objectifs;
- nombre de poissons dans les exploitations;
- nombre et emplacement des exploitations;
- distance entre les exploitations;
- courants et évacuation des eaux de la zone et des exploitations;
- âge du poisson élevé (étant donné que l'abondance du pou du poisson croît généralement avec l'âge de l'hôte);
- conditions environnementales (température de l'eau, salinité);
- pratiques de gestion des exploitations;
- questions de logistique.

La compréhension de la migration du poisson sauvage et de la dynamique des populations de poissons sauvages résidentes peuvent fournir des renseignements utiles sur la manière de placer les exploitations de façon à réduire la pression externe d'infestation par le pou du poisson dans les sites d'élevage. Le choix de sites d'élevage moins propices au pou du poisson réduirait considérablement l'exposition à des copépodes infectants viables. En effet, les exploitations rapprochées qui partagent des eaux communes lors du stade biologique libre du pou du poisson peuvent être des réservoirs d'infestation les unes pour les autres. Le choix des sites d'élevage et la sélection d'une zone de gestion appropriée peut réduire l'exposition et la probabilité de réinfestation au sein d'une exploitation.

10. Observations scientifiques sur l'efficacité d'autres moyens de contrôle du pou du poisson, notamment des pièges à pou du poisson, des poissons nettoyeurs, de l'AMTI (filtration biologique), etc.

Les méthodes non chimiques de contrôle des densités de pou du poisson sont étudiées depuis plusieurs années, mais l'intérêt qu'elles suscitent ne cesse de croître face au risque de déclin de l'efficacité des traitements chimiques et en raison du souhait de limiter la dépendance aux agents chimiothérapeutiques et de la volonté de l'industrie d'adopter une méthode de gestion intégrée des parasites. Au Canada, les méthodes non chimiques sont encore essentiellement au stade expérimental et il est impossible de tirer des conclusions sur leur efficacité.

Il a été montré que certains groupes de poissons, dits poissons nettoyeurs, se nourrissent efficacement des poux fixés sur le saumon. L'emploi du labre (poisson nettoyeur de la famille des Labridés) dans des élevages de saumons a été développé activement depuis 1989 en Norvège et en Écosse, où cinq espèces de poissons sont actuellement utilisées. L'est du Canada abrite au moins une espèce qui pourrait servir de poisson nettoyeur, la tanche-tautogue

(*Tautogolabrus adspersus*). Cependant, les premiers essais portant sur l'utilisation de cette espèce ont eu des résultats discutables. La lompe (*Cyclopterus lumpus*),dont le potentiel à être utilisé a été démontré en Norvège, est une espèce présente dans l'est du Canada. Aucune espèce de poisson nettoyeur n'est connue sur la côte Ouest.

Depuis treize ans, divers groupes ont mis au point des pièges à pou du poisson. Pour ce, ils se sont appuyés sur des principes d'agronomie conçus pour piéger des insectes nuisibles, notamment des pièges lumineux et physiques et des attractifs chimiques, tels que des substances sémiochimiques. Les pièges développés jusqu'à présent attrapent un large éventail d'invertébrés. Pour qu'ils soient efficaces contre le pou du poisson, il faudrait qu'ils soient plus sophistiqués et plus sélectifs. Les pièges fondés sur des substances sémiochimiques conçus en Europe pourraient représenter une innovation précieuse.

L'aquaculture multitrophique intégrée (AMTI) repose sur le concept selon lequel les nutriments issus des aliments en surplus et des déchets des sites aquacoles sont recyclés par d'autres espèces d'élevage à proximité, comme le varech et des mollusques filtreurs. Son principal objectif consiste à mettre au point une méthode d'élevage plus écologique et plus durable. Incidemment, elle se caractérise aussi par l'intégration de mollusques filtreurs qui ont la capacité de capturer et de consommer le zooplancton larvaire, y compris les poux du poisson. Des expériences en laboratoire ont montré que la moule bleue (*Mytilus edulis*) et plusieurs autres espèces de bivalves consomment le pou du poisson à ses stades naupliens et copépodites. À l'heure actuelle, aucun essai sur le terrain n'a été terminé, mais certains sont en développement. Cependant, la faible densité des larves de pou du poisson par rapport à celle du zooplancton naturel est un facteur limitant de la méthode. En effet, elle pourrait réduire le nombre de larves du pou du poisson que les mollusques sont susceptibles de capturer en raison du facteur de dilution. Il est possible que l'on doive éventuellement employer des techniques afin de concentrer les poux du poisson près des mollusques de manière sélective.

Il a été constaté que certaines souches de saumon de l'Atlantique portaient moins de poux du poisson que d'autres, ce qui a engendré un intérêt pour l'élevage sélectif et le développement de souches plus résistantes au pou du poisson. Des recherches ont été menées en ce sens dans plusieurs laboratoires, notamment au Canada. Ainsi, des œufs de saumon plus résistants au pou du poisson sont en vente en Norvège. Mais de façon plus générale, l'élevage sélectif à des fins de résistance au pou du poisson en est seulement à ses débuts.

Des études en cours cherchent à déterminer si les additifs alimentaires qui stimulent le système immunitaire seraient en mesure d'augmenter la résistance du saumon aux infestations par le pou du poisson. Ainsi, un fabricant d'aliments contenant des immunostimulants affirme que son produit augmente la résistance aux infestations par le pou du poisson.

Sources d'incertitude

Une des sources d'incertitude importante révélée par le présent processus est l'importance relative des facteurs locaux, qui agissent sur la survie, le développement et la dispersion des stades infectieux du pou du poisson. Il s'agit notamment :

- de facteurs biologiques, comme le comportement des larves, susceptible d'influer sur le transport, et la durée de vie larvaire, qui dépend de la quantité de réserves lipidiques;
- de relations fonctionnelles entre les facteurs environnementaux locaux (particulièrement la température et la salinité) et la survie et le développement des larves;
- des caractéristiques locales des courants, qui peuvent varier considérablement dans l'espace et le temps :
- du rôle des hôtes sauvages.

Il est fondamental de comprendre correctement les conditions locales pour évaluer la taille que doivent avoir les secteurs ou les zones de gestion du pou du poisson. De même, il est essentiel de connaître la direction et l'importance de la transmission du pou du poisson entre populations d'élevage et les populations sauvages. Or, les connaissances sur ces conditions et facteurs locaux varient. Dans certaines zones, l'insuffisance d'informations peut être une source d'incertitude cruciale pour la gestion. Le travail de modélisation de la circulation des eaux qui est en cours sur les côtes pacifique et atlantique représente une démarche fondée pour la prévision de la dispersion du pou du poisson, en l'absence de connaissances complètes sur les conditions locales. Les données qui résulteront de la modélisation aideront à informer les décisions de gestion et les questions nécessitant des recherches plus approfondies.

Bien que la transmission bidirectionnelle du pou du poisson entre hôtes sauvages et salmonidés d'élevage est connue, des incertitudes demeurent quant à son ampleur. L'importance relative du saumon d'élevage et des autres réservoirs (populations sauvages) dans la transmission du pou du poisson aux salmonidés sauvages demeure une incertitude.

L'impact des infestations par le pou du poisson sur la santé des populations de poissons sauvages représente une autre source d'incertitude importante. Le parasitisme des poissons sauvages par le pou du poisson est un phénomène naturel, mais on suppose qu'il pourrait avoir des effets nuisibles sur la santé du poisson selon les conditions environnementales et d'autres facteurs. Une évaluation plus holistique de la santé globale des saumons juvéniles sauvages aiderait à interpréter les conséquences des infestations des populations de saumon sauvage par le pou du poisson et permettrait de mieux définir les risques que leur posent les infestations des exploitations salmonicoles.

Plusieurs autres sources d'incertitude et des recommandations de recherche liées aux divers thèmes traités par l'avis scientifique sont indiquées dans le compte rendu de la réunion d'examen par les pairs et les divers documents de recherche.

CONCLUSIONS ET AVIS

Épidémiologie et écologie des populations de pou du poisson dans les eaux canadiennes

1. ***Rôle de réservoir des autres hôtes du pou du poisson (salmonidés sauvages et non-salmonidés) et autres facteurs agissant sur la dynamique du pou du poisson dans les élevages et à proximité.***

Autres hôtes

Considérant la coévolution du pou du poisson et des poissons, les infestations des poissons sauvages sont un phénomène naturel. Les salmonidés sauvages (adultes et juvéniles) et les non-salmonidés sont porteurs du pou du poisson, mais à des degrés divers selon l'espèce, l'âge, les conditions environnementales ambiantes, le lieu et le temps (selon la saison, l'année, le jour), mais aussi selon l'espèce de pou du poisson.

Les saumons d'élevage sont contaminés par les poux du poisson provenant d'autres exploitations ou d'hôtes en liberté, car ils ne sont pas infestés au moment où ils sont placés dans les cages. La période de dévalaison du saumon juvénile représente la période la plus risquée d'infestation du saumon sauvage. Le niveau de transmission dépend de facteurs environnementaux et biologiques (voir plus bas) et varie en fonction du lieu et du moment.

Autres facteurs

Les facteurs environnementaux et les processus océanographiques sont importants pour la survie et le transport des poux du poisson, comme le sont les facteurs liés à la capacité des larves, par exemple leur comportement et leurs réserves lipidiques. Ces facteurs varient considérablement selon les exploitations, les régions, la saison et l'année. Des observations sur les principales caractéristiques physiques (température, salinité, courants océaniques) sont disponibles sur toutes les zones, mais de façon plus ou moins exhaustive selon les lieux.

D'après l'information disponible, les stades libres du pou du poisson peuvent se disperser à des dizaines de kilomètres. Il existe des modèles de circulation de l'eau hydrodynamiques, susceptibles de servir à l'examen de la dispersion du pou du poisson, pour toutes les zones d'aquaculture (Colombie-Britannique, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse et Terre-Neuve-et-Labrador). Des modèles biophysiques préliminaires de la dynamique du pou du poisson ont été mis au point pour certaines régions (principalement pour la Colombie-Britannique). Ils peuvent être utilisés, ou seront disponibles sous peu, pour modéliser la dispersion et la survie et pour améliorer les capacités prédictives. La poursuite des travaux d'amélioration des modèles et de paramétrisation des relations entre la biologie du pou du poisson et les conditions ambiantes améliorerait les capacités de prévision, de compréhension et de traitement des infestations.

2. ***Fondement scientifique de l'établissement de seuils de gestion et de réglementation pour traiter le saumon d'élevage et réduire les risques de dommages aux saumons sauvages juvéniles causés par l'exposition au pou du poisson d'élevage.***

Bien que les seuils en vigueur reposent sur l'information disponible au moment où ils avaient été établis, ils se sont révélés utiles dans certaines parties de la Colombie-Britannique et y ont réduit le risque de transmission du pou du poisson du saumon d'élevage au saumon sauvage. Toutefois, les évolutions scientifiques et des recherches récentes montrent qu'il conviendrait d'adopter une démarche plus flexible et axée sur le risque dans la définition des seuils de gestion.

Il faudrait envisager une transition vers une méthode plus dynamique et souple pour fixer les seuils de gestion. Pour ce, il faut tenir compte notamment de l'abondance totale du pou du poisson dans une zone donnée, de la contribution relative du poisson d'élevage et sauvage à l'abondance totale (qui peut être difficile à évaluer), de la saison, de la présence d'espèces et de stades vulnérables, de la proximité de sources de larves de pou du poisson et des conditions environnementales.

Surveillance du pou du poisson sur le saumon d'élevage et sauvage de l'est et de l'ouest du Canada et avis sur les méthodologies fiables

3. ***Protocoles de plans d'échantillonnage pour la surveillance du pou du poisson dans les élevages, y compris le nombre de poissons à échantillonner, l'identification du pou du poisson, le nombre d'échantillons, la manipulation des poissons, etc.***

et

4. ***Élaboration de programmes de surveillance du pou du poisson dans les élevages, y compris la fréquence d'échantillonnage, le calendrier, les facteurs écologiques à considérer, la dynamique du pou du poisson, etc.***

Les programmes de surveillance devraient être conçus pour traiter un ou plusieurs objectifs clairement déterminés, mais aussi inclure des méthodes et des protocoles définis ainsi qu'un processus d'évaluation de la capacité du programme de surveillance à atteindre ses objectifs.

Les programmes actuels de surveillance du pou du poisson dans les élevages fournissent des informations utiles, mais ils pourraient être améliorés en tenant compte des objectifs du

programme de surveillance, des facteurs environnementaux, ainsi que des facteurs biologiques (notamment des espèces de pou du poisson). Une amélioration serait également apportée s'il y avait un processus permettant d'estimer si le programme atteint les objectifs fixés.

Les objectifs de surveillance contribueront à déterminer la fréquence ainsi que la couverture spatiale et temporelle à laquelle sont mesurés les facteurs écologiques. Il serait également judicieux de tenir compte d'éléments locaux pour évaluer l'efficacité relative de la surveillance environnementale réalisée dans un site et de celle réalisée à l'échelle d'une zone.

5. ***Protocoles de plans d'échantillonnage pour la surveillance et les évaluations sur le pou du poisson sauvage, y compris le nombre de poissons à échantillonner, l'identification du pou du poisson, le nombre d'échantillons, la manipulation des poissons, les niveaux de référence de pou du poisson, etc.***

et

6. ***Élaboration de programmes de surveillance et d'évaluations sur le pou du poisson sauvage, y compris la fréquence d'échantillonnage, les voies migratoires, le lieu d'échantillonnage, le calendrier, les facteurs environnementaux à considérer, la dynamique du pou du poisson et d'autres considérations (p. ex., différences entre espèces, état des stocks sauvages d'intérêt qui sont en péril, etc.)***

La surveillance du pou du poisson chez les populations sauvages peut constituer un instrument précieux pour nous aider à mieux comprendre la dynamique de la transmission du parasite entre les populations d'élevage et les populations sauvages, et pour faciliter l'évaluation de l'efficacité des mesures de gestion.

Les évaluations et les programmes de surveillance sur le pou du poisson chez les populations de poissons sauvages devraient être conçus en fonction d'objectifs précis. Il est possible de se reporter à l'abondante littérature concernant la conception d'évaluations sur les populations de poissons sauvages. La surveillance peut être particulièrement difficile quand les stocks sauvages sont petits ou en péril (p. ex., saumon de l'Atlantique de l'intérieur de la baie de Fundy).

Lors de la conception d'évaluations et de programmes de surveillance du pou du poisson chez les populations de poissons sauvages, il faut tenir compte des éléments suivants : objectifs des évaluations ou des programmes de surveillance; collecte de données robustes sur la répartition et l'abondance des hôtes sauvages; garantie d'un échantillonnage représentatif de toutes les espèces d'hôtes et les stades du cycle biologique possibles; limitation de la perte de poux du poisson lors de la capture et la manipulation du poisson; assurer l'identification adéquate des espèces de pou du poisson et des stades de cycle biologique; nombre minimal de poissons nécessaire pour obtenir des résultats rigoureusement scientifiques; différences écologiques et comportementales entre espèces de pou du poisson et entre espèces hôtes; variabilité naturelle intrinsèque des grands écosystèmes; interactions complexes entre les hôtes, le pou du poisson et les facteurs environnementaux; logistique et ressources.

Les limites de la conception d'évaluations augmentent l'incertitude des résultats et doivent clairement être citées dans les résultats communiqués.

Il est recommandé de consulter l'ensemble de pratiques exemplaires d'évaluation sur le pou du poisson chez les populations sauvages élaborées par le British Columbia Pacific Salmon Forum lors de la conception de ce type d'évaluation.

7. ***Protocoles de gestion, de diffusion et d'analyse des données obtenues par les programmes de surveillance.***

Aucun avis n'a été émis sur cette question. La méthode de gestion et de diffusion des données du programme de surveillance dépendra des objectifs de ce dernier et devra tenir compte des considérations liées à la protection des renseignements personnels et à la confidentialité des données.

Moyens non chimiques de contrôle et de prévention

8. ***Avis scientifique sur les facteurs influant sur l'efficacité de la mise en jachère comme moyen de lutte contre le pou du poisson, notamment le temps de mise en jachère nécessaire et l'étendue de la mise en jachère (à l'échelle d'un élevage ou d'une baie), les autres facteurs nécessaires à l'interruption des dynamiques de population de pou du poisson des élevages afin d'en réduire la charge d'une année à l'autre, etc.***

et

9. ***Effets de la densité des élevages et des stocks sur les dynamiques des populations de pou du poisson à différentes échelles (c.-à-d. à l'échelle d'une cage, d'une exploitation ou d'une baie ou d'une zone)***

Dans une exploitation, le pou du poisson provient de deux sources :

1) de l'exploitation même (auto-infestation);
2) de l'extérieur de l'exploitation (poisson sauvage ou poisson d'autres élevages).

Pour contrôler les niveaux d'infestation par le pou du poisson dans les exploitations, il faut prendre en considération ces deux sources.

En l'absence de coordination de la gestion du pou du poisson avec les exploitations avoisinantes ou au sein de la zone de gestion, la présence de larves et de copépodes du pou du poisson dans les eaux environnantes peut rester constante et mener à une réinfestation empêchant de réellement réduire la charge en poux du poisson des exploitations. La synchronisation des stratégies de contrôle du pou du poisson entre exploitations voisines ou au sein d'une zone de gestion est cruciale pour prévenir le cycle de traitement et de réinfestation. Lors de la conception d'une stratégie de contrôle coordonnée de lutte contre le pou du poisson, il est fondamental de déterminer la taille et le lieu qui conviennent à la zone de gestion (exploitation, baie, zone de pêche, etc.). Les facteurs nécessaires pour délimiter une zone de gestion sont notamment :

- les objectifs de gestion et les seuils d'abondance et de prévalence du pou du poisson nécessaires au respect de ces objectifs;
- le nombre et le lieu des exploitations (y compris les considérations liées aux choix de site);
- le nombre de poissons élevés dans les exploitations;
- la distance entre les exploitations;
- l'hydrodynamique locale et régionale;
- les considérations de logistique.

De plus, il faut examiner les données historiques sur l'empoissonnement et l'abondance du pou du poisson pour supporter les programmes de gestion coordonnée.

La mise en jachère peut être un instrument efficace de gestion du pou du poisson, bien qu'à l'heure actuelle, cette pratique soit généralement appliquée à la gestion d'autres problèmes de santé du poisson.

La coordination de la mise en jachère contribue à réduire les taux de pou du poisson dans la zone de jachère, si les hôtes sauvages susceptibles d'être un réservoir de poux du poisson sont peu nombreux dans la zone. L'efficacité de la mise en jachère comme instrument de contrôle du pou du poisson dépend de plusieurs facteurs : l'abondance du poisson sauvage et du pou du poisson dans la zone, la proximité des exploitations et des facteurs environnementaux qui influencent la dispersion des individus des stades infectieux.

Afin de maximiser la réduction de l'abondance du pou du poisson, il faut déterminer au préalable la zone de jachère, en fonction des données historiques sur les modes d'infestation ou (le cas échéant) des données hydrologiques et des modèles de dispersion du pou du poisson. La durée de la jachère doit être supérieure à la période de développement et de longévité des stades infectieux du pou du poisson.

10. Observations scientifiques sur l'efficacité d'autres moyens de contrôle du pou du poisson, notamment des pièges à pou du poisson, des poissons nettoyeurs, de l'AMTI (filtration biologique), etc.

À l'heure actuelle, plusieurs méthodes non chimiques sont expérimentées au Canada. Il s'agit notamment des techniques basées sur l'utilisation de poisson nettoyeur, de pièges à larves, de l'aquaculture multitrophique intégrée (AMTI), de souches de saumon résistantes au pou du poisson et d'aliments immunostimulants. Aucune de ces méthodes n'est susceptible de résoudre les infestations graves à elle seule, mais ensemble, elles peuvent faire partie d'une stratégie de gestion intégrée du pou du poisson.

La plupart des approches ont donné des résultats prometteurs en laboratoire, mais les recherches se poursuivent et elles devront être évaluées sur le terrain dans des exploitations commerciales. Certaines (p. ex., les souches de saumon résistantes au pou du poisson, les aliments immunostimulants) seront bientôt commercialisées en Europe, où des poissons nettoyeurs sont déjà utilisés dans des exploitations d'aquaculture commerciale.

Si les recherches en cours le justifient, il sera nécessaire de développer de nouvelles infrastructures pour mettre en place certaines de ces méthodes de substitution, comme des programmes d'élevage sélectif du saumon de l'Atlantique à grande échelle, des écloseries pour l'élevage de nouvelles espèces de poisson nettoyeur et de nouvelles structures artificielles.

À l'heure actuelle, la meilleure manière d'évaluer les mesures alternatives de contrôle consiste à poursuivre les programmes de recherche canadiens et à suivre l'évolution des techniques dans les autres pays.

Autres conclusions et avis

Il est nécessaire d'adopter une méthode intégrée de gestion du pou du poisson dans les parcs à filet, qui soit à plusieurs volets et propre à chaque zone traitée. En effet, une démarche adaptative permet de personnaliser les stratégies de gestion pour traiter les problèmes particuliers de chaque zone. De plus, ce type de plans ne repose pas sur un seul outil de contrôle du pou du poisson, mais comprend plutôt plusieurs stratégies de gestion de façon à augmenter la probabilité de réussite. Une telle démarche adaptative et à plusieurs niveaux a été employée avec succès pour contrôler les agents pathogènes des maladies bactériennes et virales. Si le niveau d'infestation par le pou du poisson est critique, la méthode de gestion devrait probablement tenir compte du nombre de poissons de la zone et synchroniser les mesures de gestion (y compris les jachères et les traitements) dans les exploitations à proximité.

Les collaborations nationales et internationales entre différents organismes (industries, provinces, universités, Pêches et Océans Canada, etc.) participant à la lutte contre le pou du poisson sont très importantes et doivent se poursuivre en tendant vers le même objectif général de répondre rapidement aux problèmes émergents.

Étant donné l'évolution rapide des connaissances relatives à l'épidémiologie du pou du poisson et aux effets des mesures de contrôle du parasite sur les populations de poissons sauvages et d'élevage, il est important que les praticiens suivent les avancées des autres pays sur ces questions. Néanmoins, il faut noter que les situations des régions canadiennes concernées diffèrent parfois grandement de celles des autres pays.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion d'évaluation de la surveillance du pou du poisson et des mesures non chimiques, qui s'est tenue du 25 au 27 septembre 2012. D'autres publications issues de cette réunion seront publiées dans le Calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO) dès qu'elles seront disponibles.

Kristoffersen, A.B., Rees, E.E., Stryhn, H., Ibarra, R., Campisto, J.-L., Revie, C.W. et St-Hilaire, S. 2013. Understanding sources of sea lice for salmon farms in Chile. Preventive Veterinary Medicine 111(1-2) : 165-175.

Jansen, P.A., Kristoffersen, A.B., Viljugrein, H., Jimenez, D., Aldrin, M. et Stien, A. 2012. Sea lice as a density-dependent constraint to salmonid farming. Proc. R. Soc. B. 279(1737) : 2330-2338.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Téléphone : 613-990-0293
Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2014

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2014. Surveillance du pou du poisson et mesures non chimiques. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/006.

Also available in English:

DFO. 2014. Sea Lice Monitoring and Non-Chemical Measures. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2014/006.